

## Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia

### Typification of coffee production systems in La Union Nariño, Colombia

Héctor Ramiro Ordóñez jurad<sup>1\*</sup>, Jorge Fernando Navia Estrada<sup>2</sup>, William Ballesteros Possú<sup>3</sup>

Recibido para publicación: Mayo 31 de 2018 - Aceptado para publicación: Noviembre 23 de 2018

#### RESUMEN

En Colombia, la diversidad de agroecosistemas le genera al café sabores y aromas característicos. Un primer paso para conocer los aspectos particulares de cada zona es la descripción de los sistemas productivos. En la zona cafetera del municipio de la Unión Nariño, localizada a 1° 36' y 06" de latitud Norte y a 77° 00' y 15" longitud Oeste, la actividad cafetera se desarrolla en fincas productivas heterogéneas en términos de extensión, distancias de siembra, tecnología aplicada, organización, estructura familiar y fundamentalmente en el uso y manejo de la sombra; razón por la cual, es importante tipificarlos mediante la integración de la dimensión social, económica y ambiental y establecer las diferencias entre ellos, conocer su dinámica y determinar las potencialidades y las limitantes para contribuir a los procesos de planificación, investigación, y organización del sector cafetero. Se aplicó una encuesta semiestructurada a 104 productores ubicados entre los 1400 y 1800 msnm. Esta información se complementó con información proveniente de las instituciones vinculadas al sector cafetero. Un análisis multivariado a partir de un análisis de conglomerados (método de Ward y de componentes principales), fue aplicado a las variables con alta correlación. Se establecieron cuatro tipologías de sistemas de producción: café con sombra de leñosas (S1), café semi-sombra (S2), café- plátano (S3) y el sistema de cultivo café sin sombra (S4). Al interior de cada tipología, se encontraron diferentes dinámicas en las prácticas de manejo del cultivo, conllevando a diferencias en la producción, calidad y rendimientos económicos.

**Palabras clave:** Fincas cafeteras, agroecosistemas, cultivo, sustentabilidad y sistema agroforestal.

#### ABSTRACT

In Colombia, the diversity of agroecosystems gives the coffee characteristic flavors and aromas. A first step to know the particular aspects of each coffee region is the description of the productive systems. In the coffee crops of the Union Nariño municipality, located at 1° 36' 06" 'North latitude and 77° 00' 15" West longitude, the coffee activity takes place in heterogeneous farms in terms of extension, distances of sowing, applied technology, organization, family structure and fundamentally in the use and management of shade; which is why it is important to typify them by integrating the social, economic and environmental dimension and establish the differences between them, know their dynamics and determine the potential and limitations to contribute to the planning, research and organization of the coffee sector. A semi-structured survey was applied to 104 coffee producers located between 1400 and 1800 meters above sea level. This information was complemented with information from institutions linked to the coffee sector. A multivariate analysis from a cluster analysis (Ward method and principal components) was applied to the variables with high correlation. Four typologies of production systems were established: coffee with shade of woody (S1), coffee semi-shade (S2), coffee-banana (S3) and the coffee cultivation system without shade (S4). Within each typology, different dynamics were found in crop management practices, leading to differences in production, quality and economic yields.

**Key words:** Coffee farms, agroecosystems, crop sustainability, and agroforestry system.

<sup>1\*</sup> Ph.D. en Agroecología, Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia, ORCID: 0000-0003-1646-8292; hectoramiro@hotmail.com, cel: 3136054369.

<sup>2</sup> Ph.D. en Suelos Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia, ORCID:0000-0002-2441-2400

<sup>3</sup> Ph.D. en Recursos Naturales, Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia, ORCID: 0000-0001-6633-2460

## INTRODUCCIÓN

El café, es uno de los más valiosos productos primarios en el comercio mundial, ocupando por muchos años el segundo lugar en valor después del petróleo (Hernández, 2009). Según la Organización Internacional del Café (OIC, 2015), la producción mundial de café entre el 2012-2013 fue de 146.8 millones de sacos de 60 kilos, en Colombia para el mismo periodo se reportaron de 10 millones de sacos de 60 kg, representando el 16% del PIB agrícola nacional (Agronet, 2013; FNC, 2014). Colombia es el cuarto país productor de este grano, después de Brasil, Vietnam e Indonesia (OIC, 2015). No obstante, Colombia es el primer productor de café suave en el mundo, en sus suelos se cultiva el *Coffea arabica* L., el cual tiene diferentes variedades: Típica, Bourbon, Caturra, Maragogipe, variedad Colombia y Castillo; el área dedicada a la producción de café es de 974.019 ha, las cuales se encuentran ubicadas en el 53% de los municipios del país; en la actualidad 553 mil familias producen café (representan el 25% de la población rural) y cerca de cuatro millones de colombianos dependen directa e indirectamente de este cultivo (Federación Nacional de Cafeteros - FNC, 2011, 2014).

El departamento de Nariño, cuenta con 38.649 ha cultivadas de café, lo que equivale al 3,96% del área total cultivada en Colombia (Comité de Cafeteros de Nariño - CCN, 2014). Las extensiones más grandes del cultivo del café se encuentran ubicadas en los municipios del norte del departamento, entre ellos el municipio de la Unión, (Martínez, 2004; CCN, 2007). En este municipio, se encuentran 6.187 fincas cafeteras, ocupando un área de 5.087 ha en café, existen 4.301 productores, se caracterizan por ser minifundistas con una tenencia promedio de 1,18 has por familia (CCN, 2014).

El café es cultivado bajo diversos sistemas de producción, resultado de factores

socioeconómicos y biofísicos, que comprenden desde los sistemas tradicionales bajo sombra diversificada a los sistemas modernos de monocultivo y bajo sombra (Perfecto *et al.*, 1996; Beer *et al.*, 1998; Moguel y Toledo 1999; Somarriba *et al.*, 2004). Siendo este es uno de los grandes desafíos que enfrentan los investigadores y extensionistas al de diseñar programas que se ajusten a la alta heterogeneidad y a las condiciones de los productores (Maser *et al.*, 1999; Jänicke y Klaus, 2006). De allí la importancia de tipificar caracterizar los sistemas de producción, con el objeto de poder diseñar tecnologías para grupos relativamente homogéneos de productores y simplificar la enorme diversidad en los sistemas complejos (Berdegué, y Escobar, 1990; Goswami *et al.*, 2014);

Tuesta *et al.*, 2014, indica que la tipificación, permite conocer la organización conceptual de la diversidad existente en la agricultura campesina. Cada agrupación está relacionado con la estructura, tecnología, relaciones sociales, valores, planificación y permite determinar su distribución y cuantificar las características e interacciones que determinan su funcionamiento (Madry *et al.*, 2013; Criollo *et al.*, 2016).

En los estudios de tipología se pueden distinguir dos métodos principalmente: investigación a priori, basada en conocimiento y juicio del investigador, y la tipificación cuantitativa, basada en análisis estadísticos (Dos Santos, 2013; Goswami *et al.*, 2014); para este último las más usadas son las técnicas de análisis multivariante como el análisis de componentes principales, correspondencia múltiple y análisis clúster.

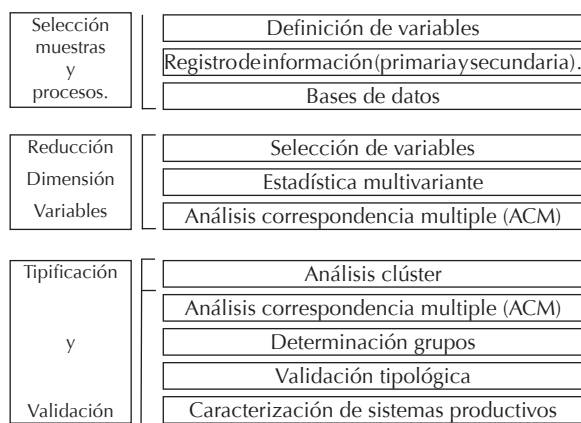
Bajo las anteriores consideraciones, la investigación tuvo como objetivo identificar y caracterizar los sistemas de producción de café. En tal sentido, se pretende llenar vacíos de información para conocer el estado actual de estos sistemas de producción, con el fin de contribuir a la planificación y así poder

determinar las medidas de manejo del cultivo y de todos los componentes asociados al mismo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de La Unión, departamento Nariño, entre los 900 y 2200 msnm, temperatura media 19 °C, precipitación media anual 2116,6 mm, brillo solar promedio 4,9 h/día, la cabecera municipal está situada entre los 1° 36' y 06'' de latitud Norte y los 77° 00' y 15'' longitud Oeste (Alcaldía municipal La Unión, 2012).

Para tipificar y caracterizar los sistemas de producción de café, se definieron las fincas a estudiar, de acuerdo con las recomendaciones de la propuesta metodológica del Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) para tipificación de fincas (Escobar y Berdegú, 1990; Valerio, *et al.*, 2004; Pokorny *et al.*, 2014 y Guzmán *et al.*, 2012); esta metodología fue adaptada de acuerdo a los objetivos de la investigación (Figura 1).



**Figura 2.** Metodología para tipificar y caracterizar los sistemas de producción de café, adaptada de Valerio *et al.*, 2004; Escobar y Berdegú, 1990 y Guzmán, *et al.*, 2012.

**Población y tamaño de la muestra.** Según el CCN (2014), en el municipio de La Unión, se encuentran 6.187 fincas cafeteras, las fincas objeto de estudio cumplen las siguientes características: 1. ubicados entre los 1400 y 1800 msnm; 2. preferiblemente que tengan

establecido la misma variedad; 3. Con edades superiores a dos años, es decir que estén en fase productiva; 4 con una densidad de siembra superior a 2.500 plantas de café por ha.

Para la investigación se utilizó un muestreo simple al azar, tomando como población 6.187 fincas cafeteras del municipio, la unidad muestral correspondió a cada finca cafetera, asumiendo un error del 10% y una probabilidad del 95%. Para determinar el tamaño de muestra y por tratarse de una población finita, se utilizó la fórmula de Murray y Larry (2005).

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N \cdot p \cdot q}{i^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: tamaño muestral

N: tamaño de la población

z: valor correspondiente a la distribución de gauss,  $Z_{\alpha} = 0.05 = 1.96$

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar, q: 1 – p (si p = 70 %, q = 30 %)

i: error que se prevé cometer si es del 10 %, i = 0.1

cada una de las muestras fue distribuida al azar usando los números aleatorios, para lo cual cada una de las unidades muestrales fue numerada.

**Registro de la información.** La primera etapa de la investigación, consistió en el levantamiento de la información secundaria, de investigaciones realizadas a nivel local, nacional e internacional por Escobar y Berdegú (1990); Bonilla (1999); Ávila *et al.*, 2000; Martínez (2004); Mora (2004); León (2004); Cenicafe (2005); Duarte (2005); Porras (2006) y Farfán (2011), esta información fue la base para la formulación de una entrevista semiestructurada a nivel de hogares cafeteros.

**Selección de variables.** Para facilitar la agrupación de los sistemas de producción de café, los datos de todas las variables fueron conjuntados en una sola matriz; la determinación

del coeficiente de variación (CV%) de cada una de las variables, permitió descartar aquellas que carecen de poder discriminatorio. Para la construcción de los grupos se consideraron las variables que presentaron un CV superior al 30%. Valerio *et al.*, 2004, indica que autores como Funes *et al.*, 1997; Paz *et al.*, 2003, utilizaron como criterio de selección las variables que presentan un coeficiente de variación superior al 50%, mientras que Avila *et al.*, 2000 utilizan como criterio de selección un coeficiente de variación entre 60 y 70%.

Las variables seleccionadas fueron: Variedad cultivada, distancia siembra café, especies asociadas y sombra, riqueza especie arvenses, fertilizantes gr/árbol/año, aplicación de Insecticidas, herbicidas y fungicidas, evidencia procesos erosivos, materia orgánica (mg kg<sup>-1</sup>), carbono %, Hojarasca (cm), Cobertura suelo, y producción de café pergamino seco (arrobas) entre otras.

**Análisis de la información.** Para determinar los sistemas de producción, se utilizó la técnica estadística multivariante análisis clúster por el método jerárquico de Ward, el cual permitió establecer grupos homogéneos de los sistemas de producción y a la vez heterogéneos entre los mismos, obteniéndose como resultado un dendrograma. Esta metodología ha sido utilizada por muchos investigadores como: Solano *et al.*, 2000; Siegmund-Schultze *et al.*, 2001 y Castel *et al.*, 2003.

**Validación sistemas productivos.** Para validar y verificar en campo los tipos definidos, se contó con el apoyo de profesionales expertos en el cultivo del café, se visitaron las fincas con el fin de verificar la información obtenida en las encuestas con respecto a las características del sistema resultante de la tipificación.

**Caracterización de los sistemas productivos identificados.** Finalmente, con base en toda

la información generada en el estudio, se procedió a caracterizar los sistemas productivos identificados. Esta se elaboró tomando como punto de partida las principales características y las principales actividades de manejo y producción que realizan los caficultores, tanto dentro como fuera del sistema.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez aplicada la encuesta semiestructurada en 104 fincas cafeteras, y para definir las variables que presenten una mayor variabilidad, se realizó un análisis de correspondencia múltiple; según el ACM, el 48.19% de la variabilidad total se puede explicar a través de tres factores (Tabla 1); el primer factor contribuye con el 23,86% está conformado, principalmente, por las variables tipo de sombra, productos maderables y altura mínima arboles de sombrío; el segundo (15,41%), por las variables: distancia siembra plátano, precio racimo plátano y porcentaje sombra y el tercer factor explica el 8,92%, de la variabilidad observada, lo conforman basicamente, en su mayor proporción por el tipo de sombra, sistema

**Tabla 1.** Análisis de correspondencia múltiple de 104 sistemas de producción de café en el municipio de la Unión Nariño.

Componente	Valor propio	Porcentaje contribución	Porcentaje acumulado
1	0,3531	23,86	23,86
2	0,2281	15,41	39,27
3	0,1320	8,92	48,19
4	0,1136	7,67	55,86
5	0,0676	4,57	60,43
6	0,0631	4,27	64,69
7	0,0601	4,06	68,75

secado café y presencia de especies frutales. Para realizar el análisis de clasificación y caracterización, se seleccionaron las variables de mayor poder discriminatorio, acorde al ACM; se encontró que 25 variables son las más representativas para tipificar y caracterizar los sistemas de producción de café; autores como, Mora (2004), agrupo las fincas cafetaleras de



la zona Central de Costa Rica, mediante un análisis de conglomerados en función de 13 variables; Avila *et al.*, 2000, realizó el análisis de las fincas agropecuarias en el municipio de Neira Caldas con 34 variables; Duarte (2005) evaluó la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copan, Honduras utilizando 24 variables.

La conformación de la tipología de los sistemas de producción de café, se presenta en la tabla 2; en esta se describen: la asociación de café con sombra de leñosas (S1) representa el 24,0% de los sistemas de producción; el 34,6% corresponde al sistema de cultivo café semisombra (S2); el sistema de café asociado con musáceas, especialmente plátano (S3) representa el 18.3% y el cultivo de café sin sombra (S4) representa al 23,1% de la población estudiada. Situación similar es reportada por FNC-Cenicafé (2013) para la región cafetera colombiana, define los siguientes sistemas de producción: tradicional, tecnificado, con semisombra y con sombra.

Al comparar con otros estudios, se encontraron resultados similares por autores como: Porras (2006) al comparar los sistemas de manejo en fincas de café orgánico y convencional en Costa Rica definió catorce tipologías; León (2004) en la determinación de la tipología de hogares cafeteros del departamento de Caldas, el análisis le permitió conformar cuatro tipos de hogares; en Costa Rica, Galloway y Beer (1997), definen tres sistemas de manejo: el tradicional, manejo semi-tecnificado y manejo tecnificado. Avila *et al.*, 2000, propone ocho sistemas de fincas cafeteras al evaluarlas, por su extensión, cobertura y productividad. Moguel y Toledo (1999), en Centroamérica, indican cinco tipos básicos de sistemas de producción cafeteros, los cuales varían de acuerdo a la cantidad de sombrío y el tipo de dosel: cultivo rústico, policultivo tradicional, policultivo comercial, monocultivo bajo sombra, cultivo a plena exposición.

**Tabla 2.** Agrupamiento de los sistemas de producción de café, municipio La Unión. .

Grupo	Número	%	Denominación
1	25	24.0	S1
2	36	34.6	S2
4	19	18.3	S3
3	24	23.1	S4
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
Café sombra (S1), café semisombra (S2), café-plátano (S3) y café sin sombra (S4)..			

En el municipio de la Unión, la actividad cafetera se desarrolla en fincas productivas heterogéneas en términos de extensión, distancias de siembra, tecnología aplicada, organización, estructura familiar y fundamentalmente en el uso y manejo del componente sombra; se encontró que existen muchos modelos de sistemas de manejo, desde el sistema tradicional (policultivo) caracterizado por la alta presencia del componente leñoso y cultivos asociados hasta monocultivos en donde se ha eliminado completamente todo tipo de vegetación leñosa; lo anterior lo afirman Dussán *et al.*, 2006, al indicar que entre las características de la caficultura en el país es su amplia heterogeneidad. En la tabla 3, se presenta algunas características relevantes de los sistemas individuales de producción del grano.

**Café sombra de leñosas.** Independientemente del sistema, los agricultores utilizan las variedades Colombia y castillo variedad regional, según el CCN (2014) estas han ido sustituyendo a las variedades caturra y borbón debido a que esta son susceptibles a la roya, a los efectos adversos del clima y algunas plagas como la broca del café (CCN, 2014).

Una característica común de este sistema es que las plantas de café están establecidas con distancias de siembra no definidas, aunque en algunas fincas es posible encontrar cultivos sin trazado (Figura 1); igualmente aún subsisten sistemas de manejo con densidades menores de 3.500 plantas de café por hectárea (Farfán,

**Tabla 3.** Características de los sistemas de producción de café, la Unión Nariño .

Variable	S1	S2	S3	S3
Variedad Cultivada	Colombia Castillo	Colombia Castillo	Colombia Castillo	Colombia Castillo
Arboles ha <sup>-1</sup>	215	128	48	28
Especies asociadas y sombra	Guayacán, cítricos, plátano, banano, guamo, higuerón, balso, matarratón, guineo, yarumo, arrayan, aguacate, guayabo.	Cítricos, plátano, banano, guamo, cachimbo, nogal, carbonero, guineo aguacate.	Plátano en línea e individuos aislados de Cítricos y banano	Aislados: Cítricos banano
Fertilizantes gr/árbol/año	70 - 180	100 - 200	100 - 300.	120 - 360
Insecticidas	No aplica	No aplica	Lorsban	Lorsban
Fungicidas (kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Oxicloruro de cobre (rara vez)	Oxicloruro de cobre, (rara vez)	Oxicloruro de cobre.	Oxicloruro de cobre.
Herbicidas	No aplica	No aplica	Glifosato	Glifosato
Evidencia procesos Erosivos	Presencia de cobertura vegetal. No hay evidencia erosión.	Presencia de cobertura vegetal, salpicadura. No hay evidencia erosión.	Erosión muy baja, presencia de raicillas	Formación corrientes agua, arrastre sedimento (erosión moderada)
MO (mg kg <sup>-1</sup> )	7,21	6,14	5,96	5,58
C %	4,18	3,56	3,46	3,24
Hojarasca (cm)	3,95 Suelo cubierto	2,35 Suelo parcialmente cubierto	1,73 Moderadamente cubierto	1,09 Parcialmente desnudo
Cobertura suelo (después limpia)	(90%)	(70%)	(35%)	(<20%)
café@ c.p.s ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	103,5	106,25	131,25	184,25

Café sombra (S1), café semisombra (S2), café-plátano (S3) y café sin sombra (S4)..

2011). Según la FNC (1993), estos sistemas, se caracteriza porque la regulación de la luz incidente proviene de cualquier especie arbórea permanente con una densidad superior a 50 árboles por hectárea, también puede darse la regulación por cualquier especie arbustiva semipermanente con más de 750 sitios por hectárea. Al evaluar el componente leñoso con diámetro a la altura del pecho (dap 1,30m) mayores de 5 cm se encontró una densidad

promedio de 215 individuos por hectárea, con una riqueza promedio es de 11 especies leñosas.

Se encontró una alta diversidad de especies nativas y en algunos casos especies introducidas, entre las más importantes se tienen: Guamo macheto *Inga densiflora*, guamo rabo de mico *Inga codonantha*, aguacate *Persea* sp, balso *Ochroma pyramidale*, guayacán *Lafoensia speciosa*, limón *Citrus lemon*, nacedero



**Figura 1.** Cultivo del café (semi-sombra), municipio de la Unión Nariño .

*Trichantera gigantea*, arrayan *Myrcianthes* sp, cachimbo *Erythrina poeppigiana*, Chachafruto *Erythrina edulis*, ciprés *Cupressus lusitanica*, naranja *Citrus* sp, matarratón *Glyricidia sepium*, yarumo *Cecropia* sp, Eucalipto *Eucalyptus globulus*, guadua *Guadua angustifolia*, además de *Musa* spp (guineo y plátano) entre otras. Los componentes de la estructura vertical del sistema presentan diferentes edades y alturas, esto conlleva a la presencia de varios estratos, lo cual coincide con los estudios realizados por Salvesen (1996), Bolaños (2001) y FNC-Cenicafé (2013), al afirmar que los sistemas de café bajo sombra multiestrato son sistemas de manejo agrícola, en el cual existen varios estratos o niveles de altura; frecuentemente el estrato alto es conformado por árboles maderables, seguidos por especies frutales, en el medio se encuentra el cafeto y el estrato bajo está compuesto por coberturas vivas.

En los lotes, es común observar algunas áreas con muy poca sombra y otras con demasiado sombrío, el promedio de sombra es 48,4%, superior a los requerimientos de las normas internacionales de los programas de café con la denominación de “Especial” establecido por Rainforest Alliance (2004), Smithsonian Migratory Bird Center (2004), quienes establecen como porcentaje de sombreado mínimo para el café un 40%. El porcentaje de sombra recomendado para la zona por Farfán y Jaramillo (2009), al considerar el número de

horas de brillo solar al año y la ubicación con respecto a la línea ecuatorial, es de 30,5%, en cambio el reportado en esta investigación es muy superior lo que puede afectar la producción, como lo indican los resultados reportados por Detflesen (1988), al aumentar la densidad de siembra del sombrío de *C. alliodora* (114 a 344) árboles ha<sup>-1</sup>, encontró reducciones hasta el 50% de la producción al compararlo con la obtenida a plena exposición solar; Farfán y Mestre (2004), obtuvieron en la zona central cafetera de Colombia que al incrementar la densidad de siembra de 70 a 123 árboles ha<sup>-1</sup> de *Inga edulis*, la producción se reduce en un 50%.

**Café en semi-sombra.** Al igual que el anterior, la FNC (1993), define este sistema de producción en función del componente arbóreo como regulador de la luz solar (Figura 2). Generalmente, se emplean especies arbóreas como el guamo, nogal o el chachafruto, entre otros, con una densidad entre 20 y 50 árboles por hectárea, o cualquier especie arbustiva semipermanente (plátano o banano) con un número de plantas entre 300 y 750 sitios por hectárea.

Generalmente, en el municipio de la Unión se emplean las mismas especies arbóreas nativas e introducidas que en el sistema café bajo sombra, con la diferencia de presentar una menor densidad por unidad de área. Entre las especies se destacan las siguientes: *Inga* spp, *Erythrina edulis*, *Cordia alliodora*,



**Figura 2.** Cultivo del café bajo sombra, municipio de la Unión Nariño. .



*Erythrina poeppigiana*, *Glyricidia sepium* y frutales como los cítricos *Citrus* spp y *Persea americana* entre otros, además se utilizan especie arbustiva semipermanente como *Musa paradisiaca* y *Musa* spp, estas asociaciones las consideran como estrategias de reducción del riesgo económico, presentándose un mayor nivel de autoconsumo por parte de la familia (Bonilla, 1999 y Duarte, 2005).

Los sistemas de café con sombra y semi-sombra, que en su estructura presentan sombra diversificada, tienen como objetivo optimizar los efectos benéficos de las interacciones que ocurren entre los componentes arbóreos y los cultivos, aprovechando al máximo el rendimiento total de un área, a fin de obtener la mayor diversidad de productos, disminuir las necesidades de insumos externos y reducir los impactos ambientales (Nair, 1983; Salvesen, 1996; Reijntjes *et al.*, 1999; Leal y Navas, 2000). Al respecto Beer *et al.*, 1998, indican que en estos agroecosistemas se resalta la importancia de los árboles porque contribuyen al mantenimiento del banco de genes; la mayoría de estas especies son de hoja caduca, garantizando una continua incorporación de biomasa muerta al suelo, lo cual se refleja con un espesor promedio de la hojarasca de 2,35 cm.

Por la estructura de las especies utilizados como sombra, la radiación solar que llega a los pisos inferiores del sistema en promedio es

de 22,39%, lo que permite el establecimiento de especies arvenses, las cuales contribuyen a la estabilidad de los suelos al disminuir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, la mayoría de las especies arvenses son de hoja ancha como: *Bidens pilosa*, *Ipomea purpurea*, *Siegesbeckia journaliensis*, *Arachis pintoii*, *Panicum trichoides* y *Commelina diffusa*. La producción por ha oscila entre 90 y 150 @c.p.s, al igual que el sistema café con sombra presentan un factor de rendimiento entre 87 y 88 y la relación café cereza café pergamino seco es de 4,8; lo anterior se debe a la similitud en muchos aspectos entre el sistema café con sombra y semi-sombra.

**Café asociado con plátano.** La asociación café-plátano (Figura 3), representa el 18,27% de la población estudiada, este manejo se ha implementado en los últimos 15 años, el porcentaje es bajo, si se compara con el área cultivada con plátano en Colombia, donde el 87% se encuentra como cultivo asociado con café, cacao, yuca y frutales (Rodríguez, 2001).

El sistema de producción de café asociado con plátano en el municipio de la Unión, presenta las siguientes características: las distancias de siembra para el cultivo del café oscilan entre 1,2x1,2; 1,2x1,3 y 1,2x1,4 m; en cambio las distancias del cultivo del plátano son diversas; por lo general se manejan franjas con un promedio de 7,20 m entre surcos



**Figura 3.** Cultivo del café asociado con plátano, municipio de la Unión Nariño. .



y 3,0 m entre plantas, además en algunas fincas se cuenta con algunos individuos de especies frutales como *Citrus sinensis*, *Citrus limón*, *Persea americana* y rara vez se puede encontrar árboles leguminosos remanentes como el guamo machete y rabo de mico *Inga* spp y algunas plantas de *Manihot esculenta*.

El cultivo del plátano para su normal producción necesita prácticas de manejo, como limpieza de arvenses, la cual se realiza con herbicidas, las prácticas de manejo tanto del cultivo de plátano como de café, hacen que el suelo presente una baja cobertura vegetal así mismo se observa presencia de raicillas con signos bajos de erosión. Aunque el impacto negativo producto de las intensas prácticas de manejo de cultivo sea menor que el sistema café sin sombra, los productores son conscientes de la presencia de arvenses, cada vez más agresivas y competitivas y gastos que conlleva el mantenimiento del cafetal, sin considerar la contribución negativa al cambio climático.

Tanto en los agroecosistemas café-plátano como café sin sombra, el uso excesivo de insumos como herbicidas, pesticidas y fertilizantes sintéticos conlleva a un bajo nivel de calidad ecológica, debido a que generan contaminación del suelo, agua, animales, resistencia a plagas, erosión de suelos e intoxicación humana, lo cual coincide con la afirmación de Boyce *et al.*, 1993.

Los rendimientos promedio del café del sistema es de 131,25 arrobas de café pergamino seco por hectárea, superior al sistema café sombra y semi-sombra, pero inferior al café cultivado sin sombra. La producción del plátano por lo general está destinada a satisfacer la demanda local incluyendo los municipios de la zona norte del departamento de Nariño y una pequeña cantidad a los mercados de la ciudad de Pasto. Martínez (2004), afirma que el precio del racimo es muy variable dependiendo de la oferta de plátano procedente de la

república del Ecuador o en su defecto de los departamentos del Quindío y Valle del Cauca.

**Café sin sombra.** A nivel nacional con la intensificación del cultivo del café a partir de la década del 60, en el municipio de la Unión sucedió de igual manera, se empezaron a utilizar variedades que toleran exposición, directa o parcial al sol, esto ocasionó la eliminación de las especies leñosas (árboles maderables y frutales) como se indica en la figura 5. Lo anterior conlleva al aumento en la densidad de siembra, lo cual oscila entre 1,1x1,1 a 1,3x1,3 m; se encontró en promedio 6.411 árboles ha<sup>-1</sup>; de acuerdo a lo anterior, la FNC, (1993), indica que, en sistemas cafeteros a plena exposición solar, la regulación de la luz Incidente proviene de cualquier especie arbórea permanente inferior a 20 árboles por ha y/o inferior a 300 especies arbustivas semipermanentes. En las últimas dos décadas, como lo indican los resultados de las encuestas, algunos caficultores se han adherido a prácticas de cultivo intensivo como el monocultivo (hasta de 10.000 plantas/ha), como lo reporta Farfán (2011) para otras regiones del país.

Como no se cuenta con especies de sombrero o estos son aislados, el aporte de biomasa se da principalmente por los árboles de café, razón por la cual es notoria la disminución de la capa de hojarasca (1,09 cm) si se compara con el sistema café con sombra donde se reporta un espesor de 3,95 cm; así mismo se encuentran sitios sin ningún tipo de mulch, esto conlleva a que los suelos después de la limpieza con herbicidas queden desnudos. Para argumentar lo anterior, Alcántara *et al.*, 2003, indican que este resultado se debe a que el herbicida tiene una acción de quema de la cobertura viva y muerta del suelo.

Otro aspecto que se identificó, es la alta incidencia de los rayos solares al piso inferior del sistema, permitiendo el establecimiento de especies arvenses como: *Eleusine indica*,



**Figura 4.** Cultivo del café sin sombra, municipio de la Unión Nariño. .

*Cyperus rotundus*, *Equisetum* sp, *Cynodon dactylon*, *Chloris radiata*, *Torulinu odoratum* y *Digitaria sanguinalis*. López et al., 2012 en la Estación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), encontraron, en un lote sembrado con café variedad Castillo, a libre exposición solar, que el 70% de las arvenses fueron de hoja ancha y el 30% de gramíneas y ciperáceas. La producción promedia de café es de 184,25 @c.p.s.ha<sup>-1</sup>, es alto si lo comparamos con los otros sistemas de producción, éste aumento está relacionado con el incremento de los insumos externos usados como los abonos y pesticidas para el control de plagas, enfermedades y arvenses, como el oxiclورو de cobre, Lorsban, alto 100, Glifosato y dosis altas de fertilizantes químicos.

Como lo ratifica la investigación la diversidad de sistemas productivos con café, en Colombia, es amplia al igual que las respuestas de estos a los planes de manejo.

Esta diversidad hace que se tengan diferentes notas de sabor y aroma que hacen del café de Colombia uno de los mejores del mundo. Está en las manos de los productores aprovechar al máximo esta ventaja comparativa basada en los agroecosistemas.

### CONCLUSIONES

En el municipio de la Unión, la actividad cafetera se desarrolla en fincas productivas heterogéneas

en términos de extensión, distancias de siembra, tecnología aplicada, organización, estructura familiar y fundamentalmente en el uso y manejo del componente sombra; esta situación ha llevado a una amplia gama de tipologías de los sistemas de producción del cultivo del café.

Por las diferentes condiciones donde se implementa el cultivo del café, este sistema de producción presenta diferentes variaciones y adaptaciones, dichas particularidades, permitieron diferenciar claramente cuatro grupos o unidades productivas, estadísticamente distintas: (S1) café con sombra, (S2) café semisombra, (S3) café asociado con plátano y (S4) café sin sombra; en estos sistemas productivos la variabilidad dentro de los grupos es mínima y entre los grupos es máxima.

### REFERENCIAS

- AGRONET. 2013.** Análisis - Estadísticas. En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, República de Colombia. Consulta: abril 2013 de: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/>.
- Alcaldía municipal de la Unión. 2012.** Plan de desarrollo municipal "La esperanza de un pueblo" 142 p.
- Alcántara, E., Ferreira, M. y Mercer J. 2003.** Efeito de métodos de controle de plantas daninhas em Latos solo Distroférico em cafeeiro a dulto sobre os indicadores físico de qualidade do solo. III Simposio de Pesquisa dos cafés do Brasil. Bahía. EMBRAPA - Café.

- Ávila, L., Muños, M. y Rivera, B. 2000.** Tipificación de los sistemas de producción agropecuaria en la zona de influencia del programa UNIR (CALDAS). Universidad de Caldas, Programa UNIR. Departamento de sistemas de producción.
- Beer, J., Muscheler, R., Kass, D. y Somarriba, E. 1998.** Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*. 38: 139 - 164.
- Berdegú, J. y Escobar, G. 1990.** "Efectos de la metodología de tipificación en la investigación de sistemas de producción". de: Escobar, German y Berdegú Julio (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agrícola. RIMISP/GIA, Santiago de Chile.
- Bolaños, O. 1999.** Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica.
- Bonilla, G. 1999.** Tipologías cafetaleras en el Pacífico de Nicaragua. (Tesis Mag). Sc. Turrialba, CR., CATIE. p. 1-44.
- Castel, J., Mena, Y., Delgado, M., Camúñez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzmán, J. y Alcalde, M. 2003.** Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. *Small Ruminant Research*, 47:133 - 143.
- CENICAFE. 2005.** Sistemas Agroforestales de producción de café. Consulta: septiembre 2013 de: [http://www.Cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas\\_Produccion&file](http://www.Cenicafe.org/modules.php?name=Sistemas_Produccion&file).
- Comité De Cafeteros De Nariño, Seccional La Unión, Nariño (CCN). 2007.** Labores de registro en fincas. COLOMBIA: Sistema de información cafetero (SICA).
- Comité de Cafeteros de Nariño. 2014.** Comité de Cafeteros de Nariño, Labores de registro en fincas. Colombia: Sistema de información cafetero (SICA).
- Coronel, M. y Ortuño, S. 2005.** Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, Vol. 36, No 140.
- Detlefsen, R. 1998.** Evaluación del rendimiento de (*Coffea arabica*) cv. Caturra bajo diferentes densidades de *Cordia alliodora* y *Erythrina poeppigiana* plantados en un diseño sistemático de espaciamientos. 121 p. (Tesis Magister Science). Turrialba (Costa Rica).
- Duarte, N. 2005.** Análisis de la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de los sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, (Tesis Mag). Sc. Turrialba. CR. CATIE. 154 p. Copán, Honduras.
- Dussán, L., Duque, O. y González, L. 2006.** Caracterización tecnológica de caficultores de economía campesina, de los principales municipios cafeteros de Colombia. *Cenicafé* 57(3):167-186.
- Escobar, G. y Berdegú, J. 1990.** "Conceptos y metodologías para tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP", en Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP). Santiago de Chile. 284 p.
- Farfan, V. 2011.** Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café. Chinchiná, Caldas, Colombia. 395 p.
- Farfan, V. y Jaramillo, R. 2009.** Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región. *Avances Técnicos Cenicafe* (Colombia) No. 379:1-8.
- Farfan, V. y Mestre, A. 2004.** Respuesta del Café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes. *Cenicafé*.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - FNC. 1993.** Manual de uso de fotografías aéreas; aplicación al sistema de información cafetera. Bogotá: FNC, 53 p.

- Federacion Nacional de Cafetros de Colombia - FNC. 2011.** Informe de Comportamiento de la Industria Cafetera Colombiana. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Bogotá: FNC. 2011. 1-38p.
- Federacion Nacional de Cafeteros de Colombia-CENICAFÉ. 2013.** Manual del cafetero colombiano. Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo I, II y III. Chinchiná Caldas. CENICAFÉ.
- Galloway, G. y Beer, J. 1997.** Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. Serie técnica. Informe técnico No. 285. Proyecto agroforestal CATIE-GTZ. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 168 p.
- Guzmán, A., Abt, M. y Brassiolo, M. 2012.** Tipificación de las estrategias de uso del bosque por pequeños productores campesinos en Santiago del Estero. Quebracho (Santiago del Estero). 2012, vol.20, n.1, pp. 38-48. ISSN 1851-3026.
- Hernández, L. 2009.** Las Denominaciones de Origen como estrategia para mejorar el posicionamiento internacional de productos agroalimentarios colombianos: Caso del Café y el Banano. Monografía. Facultad de Ciencias Internacionales. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Bogotá, Colombia. 57 p.
- Jänicke, M. y Klaus, J. 2006.** Lead markets for environmental innovations: a new role for the nation state. *Global Environmental Politics*, vol. 4, no. 1, p. 29-46. <https://doi.org/10.1162/152638004773730202>
- León, G. 2004.** Estrategias de vida en familias cafeteras y su relación con la riqueza etnobotánica de fincas en el departamento de Caldas, (Tesis M. Sc). Colombia. Costa Rica. CATIE. 143 p.
- Martínez, F. 2004.** El suelo y la producción de cafés especiales. Investigación en temas del café. Cooperativa de Caficultores del Norte. La Unión, Nariño. Colombia 10 p.
- Masera, O., Astier, M. y López, S. 1999.** Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación MESMIS. México. Ediciones Mundi-Prensa. 109 p.
- Moguel, P. y Toledo, V. 1999.** Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(1):11-21. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97153.x>
- Mora, D. 2004.** Tecnología, Conocimiento Local y Evaluación de Escenarios en Sistemas de Caficultura Campesina en Puriscal. (Tesis Doctoral). San José, Costa Rica. C.R. 249 p.
- Murray, R., Spiegel, Y., Larry, J. y Stephens. 2009.** Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.
- Nair, P. 1993.** Tree integration on farmlands for sustained productivity of small holdings. In: Hockeretz, W. *Environmentally Sound Agriculture*. New York. Praeger Scientific, 333-350 p.
- Organización Internacional del Café; OIC. 2015.** Anuario 2013 – 2014; Fortaleciendo el sector cafetero mundial mediante la cooperación internacional. Recuperado de <http://www.ico.org/documents/cy2014-15/annual-review-2013-14-electronic-c.pdf>.
- Paz, R., Lipshitz, H., Álvarez, R. y Usandivaras, P. 2003.** Diversidad y Análisis económico en los sistemas de producción lecheros caprinos en el área de riego del Río Dulce-Santiago del Estero- Argentina. ITEA Vol. 99 A N° 1. Pág. 10-40.
- Perfecto I., Rice R., Greensberg R. y Van Der Voort, M. 1996.** Shade coffee: a disappearing refuge for diversity. *BioScience*.46:598 - 608. <https://doi.org/10.2307/1312989>
- Pokorny, B., Godar, L., Hoch, J., Johnson, J., De Koning, G., Medina, R., Steinbrenner, V., Vos, Y. y Weigelt. 2011.** “La producción familiar como alternativa de un desarrollo sostenible para la Amazonía: Lecciones aprendidas de iniciativas de uso forestal por productores familiares en la Amazonía boliviana, brasilera, ecuatoriana y peruana”. CIFOR, Bogor, Indonesia. ISBN: 978-602-8693-33-2. 174 p.
- Porras, C. 2006.** Comparación de sistemas de manejo en fincas de café orgánico y convencional dentro del Corredor Biológico Turrialba- Jiménez, Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE.
- Rainforest Alliance. 2004.** Estándares para Agricultura Sostenible. Módulo de Estándares Adicionales para Café. Certificación Rainforest Alliance, Versión 2004. Red de Agricultura Sostenible. 41 p.



- Reijntjes, C., Haverkort, B. y Waters-Bayer, A. 1999.** Agricultura para o Futuro: uma introdução a agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos. AS-PTA, Leusden, Holanda: ILEA. 324 p.
- Rodríguez, P. y Carvajal, G. 1996.** Caracterización de sistemas de producción. Módulos para la capacitación metodológica de las UMATA. Bogotá. 1 -16 p.
- Salvesen, D. 1996.** Un dilema: El café de sol. ABECAFE. San Salvador, El Salvador. 8-12.
- Siegmund-Schultze, M. y Rischkowsky, B. 2001.** Relating household characteristics to urban sheep keeping in West Africa. *Agricultural Systems* N° 67. p 139-152.
- Smithsonian Migratory Bird Center, National Zoo. 2004.** Normas para la producción, el procesamiento y la comercialización de café Bird Friendly®. Certificado orgánico bajo sombra. Washington, DC: 2004. 19 p.
- Solano, C., Bernués, A., Rojas, F., Joaquín, N., Fernández, W. y Herrero, M. 2000.** Relationships between management intensity and structural and social variables in dairy and dual- purpose systems in Santa Cruz, Bolivia. *Agricultural Systems* N° 65. p 159-177. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00030-5)
- Somarrriba, E., Harvey, C., Samper, M., Anthony, F., Gonzalez, J., Staver, C. y Rice, R. 2004.** Biodiversity in neotropical *Coffea arabica* plantations. In Schroth, GA; Fonseca, G; Harvey, C. Gascon, C. Vasconcelos, H.L. Izac, AMN. eds. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscape*. Washington, DC, US, Island press. p. 198-226.
- Valerio, D., García, A., Acero, R., Perea, J., Castaldo, A. y Martos, J. 2004.** Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Documento de trabajo. Producción animal y gestión. Dpto Producción animal, Universidad de Córdoba. España. 9 p.
- Tuesta, O., Julca, A., Borjas, R., Rodríguez, P. y Santistevan, M. 2014.** Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Ecología aplicada*, 13(2), 71-78.